

IV Евразийская научно-практическая конференция по пест-менеджменту "Управление численностью проблемных биологических видов"



ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора
Отдел дезинсекции
Института
Дезинфектологии

Давлианидзе Т.А., Еремина О.Ю., Олифер В.В.

Резистентность к инсектицидам комнатных мух *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)

Москва, 2022

Медицинское значение комнатных мух

Исследования зарубежных авторов, показали, что на теле комнатной мухи может концентрироваться до 6 млн. бактерий, а в кишечнике до 25 млн.

- ❖ холера
- ❖ туберкулёз
- ❖ дизентерия
- ❖ брюшной тиф
- ❖ сибирская язва
- ❖ дифтерия
- ❖ паротит
- ❖ чума
- ❖ сальмонеллез



- ❖ туляремия
- ❖ полиомиелит
- ❖ лепра
- ❖ грибковые заболевания
- ❖ паратиф
- ❖ цисты и яйца гельминтов

Резистентность имаго комнатных мух при топикальном нанесении исследования 1998-2000 гг.

| Инсектицид | Регион сбора мух | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|------------|
| | Москва | Московская обл. | Калужская обл. | Тверская обл. | Астраханская обл. | Туркмения | Грузия |
| | Количество изученных популяций | | | | | | |
| | 4 | 11 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| ДДТ | >30 | - | - | - | - | - | - |
| Хлорофос | >100 | 190-500 | 700 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| ДДВФ | 1,3-2,0 | 12-17 | | 1,5 | | | |
| Азаметифос | 1,6-22 | - | - | - | - | - | - |
| Хлорпирифос | 1,0-2,0 | - | - | - | - | - | - |
| Тетраметрин | 1,1-22 | 0,8-3,5 | - | 0,5 | - | - | - |
| d-фенотрин | 6,6-57 | - | - | - | - | - | - |
| Перметрин | 18-133 | 2,6-2,9 | 1,4 | 0,7 | 0,1 | 0,4-0,5 | 0,9 |
| Циперметрин | 10-39 | - | - | - | - | - | - |
| Фенвалерат | 3,4-10 | 2,0-6,0 | - | 1,2 | - | - | - |
| Аверсектин С | 0,6-1,1 | - | - | - | - | - | 3 |

Места сбора природных популяций комнатных мух

| Раса | Широта и долгота | Описание |
|-------------|---|---|
| КСК-1 | 55.387459 35.986661 | Конно-спортивный клуб Высота. Московская область, Можайкий городской округ, д.Андреевское, ул.Центральная. Коровник Сбор 14.07.2020 |
| КСК-2 | 55.38850947374831 35.98657516931133 | Конно-спортивный клуб Высота. Московская область, Можайкий городской округ, д.Андреевское, ул.Центральная. Конюшня Сбор 16.07.2020 |
| Калуга | 54.586849942399496 36.23018088787358 | СНТ Машзавод, участок 127 Сбор 05-06.09.2020 |
| Красногорск | 55.896277 37.297835 | Московская область, городской округ Красногорск, п. Светлые горы T-REX Food Сбор 09.06.2020 |

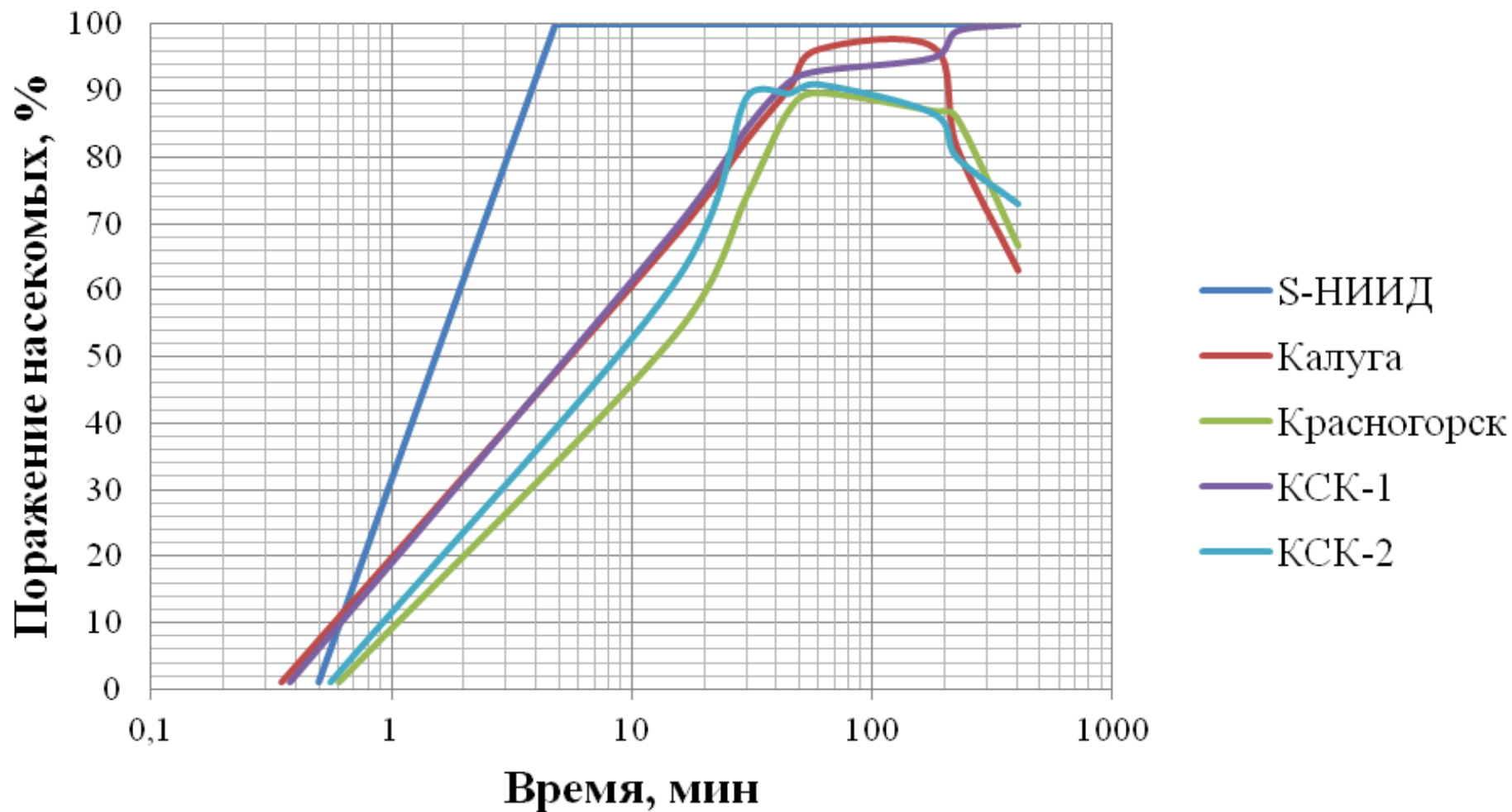


Показатели резистентности природных популяций комнатных мух при топикальном нанесении исследования 2020-2022 гг.

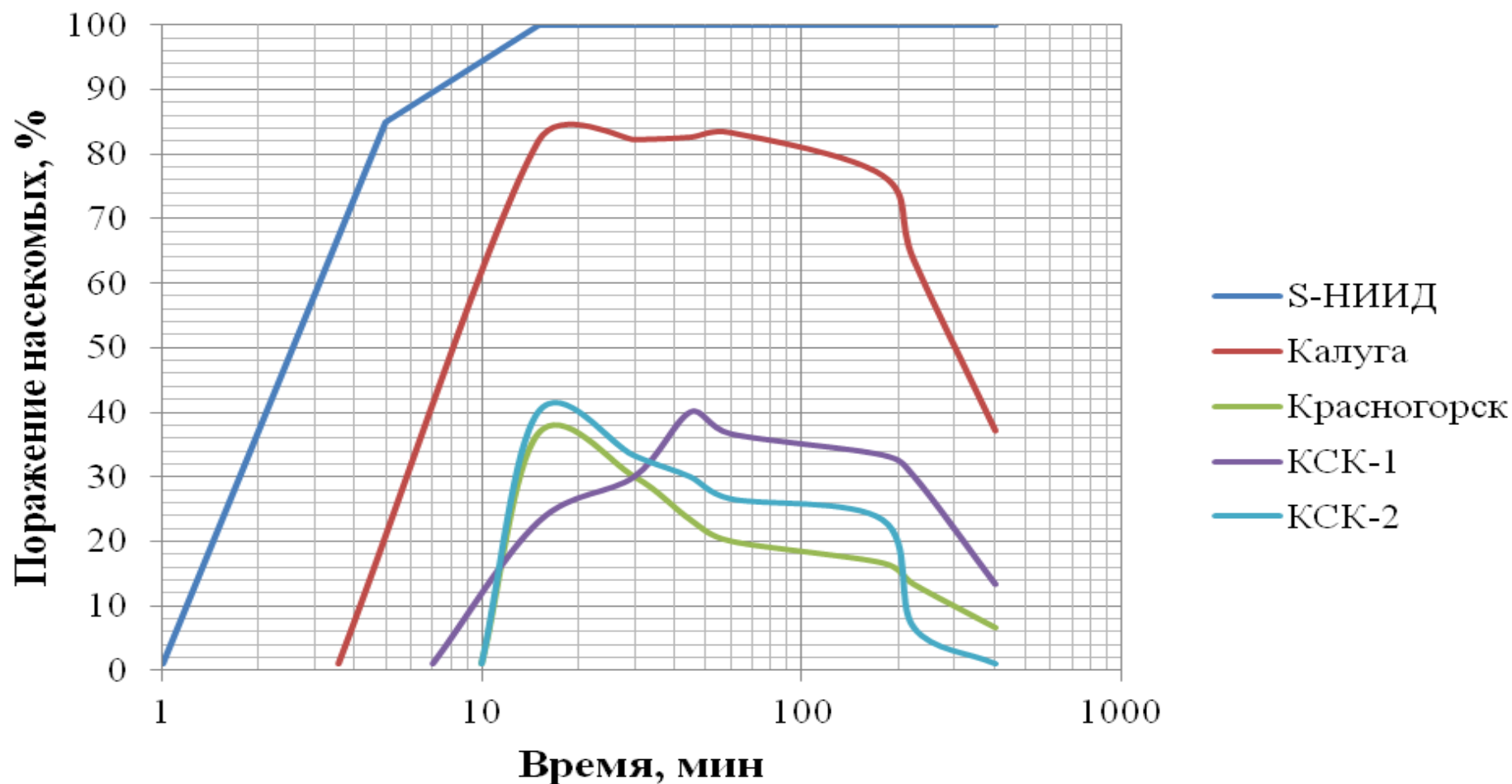
| Инсектицид | Расы комнатных мух | | | |
|--------------------|--------------------|------------|-------------|----------------|
| | Московская обл. | | | Калужская обл. |
| | КСК-1 | КСК-2 | Красногорск | Калуга |
| ДДТ | 10 | 2,5 | 3,1 | - |
| Хлорпирифос | 3,7 | 0,7 | 1,4 | 0,6 |
| Циперметрин | 75 | 600 | 900 | 500 |
| Фипронил | 5,0 | 8,3 | 75 | 46 |
| Тиаметоксам | >333 | 200 | 100 | 333 |
| Клотианидин | >250 | 95 | 105 | 263 |
| Индоксакарб | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 1,5 |
| Хлорфенапир | 0,8 | 1,3 | 0,3 | 0,3 |

Обратимость паралича у комнатных мух природных популяций и лабораторной расы при действии аэрозоля

(альфа-циперметрин 0,27%, тетраметрин 0,27%, фипронил 0,003%, ППБ 0,09%)



Обратимость паралича у комнатных мух природных популяций и лабораторной расы при действии аэрозоля (тетраметрин 0,2%, циперметрин 0,2%, ППБ 1,2%)



Мутации натриевых каналов, обеспечивающие устойчивость комнатных мух к пиретроидам:

- Аллель **kdr-his** – одно изменение аминокислоты с лейцина на гистидин (L1014H). Обеспечивает толерантность комнатных мух в пределах **ПР=10**.
- Аллель **kdr** – одно изменение аминокислоты с лейцина на фенилаланин (L1014F). Приводит к более высоким **ПР=11-35**.
- Аллель **super-kdr** – две мутации: M918T (от метионина к треонину) + L1014F. Возникает у насекомых, уже имеющих аллель **kdr**. Приводит к более высоким уровням устойчивости к пиретроидам, чем **kdr** – **ПР= 37-400**

(Scott et al., 2013; Scott, 2017).

Косвенным энтомо-токсикологическим методом
нами показано наличие мутации

super-kdr (ПР= 37-400)

у изученных нами популяций комнатных мух,
имеющих высокую резистентность к циперметрину:

- КСК - 1 75 ×
- КСК - 2 600 ×
- Калуга - 900 ×
- Красногорск 500 ×

РЕВЕРСИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ В ИНСЕКТАРИИ БЕЗ ПРЕССА ИНСЕКТИЦИДОВ

| Раса | СК ₅₀ , % | ПР | СК ₅₀ , % | ПР |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| | Циперметрин | | Хлорпирифос | |
| Калуга F3 | 0.180 (0,138– 0,248) | 900 | 0.009 (0.006– 0.013) | 0.6 |
| Калуга F50 | 0.060 (0.046– 0.078) | 300* | 0.010 (0.008– 0.012) | 0.7 |
| Красногорск F2 | 0.100 (0.071– 0.140) | 500 | 0.021 (0.016– 0.028) | 1.4 |
| Красногорск F52 | 0.012 (0.009– 0.016) | 60* | 0.018 (0.014– 0.023) | 1.2 |

Примечание: * - статистически достоверные отличия

РЕВЕРСИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ В ИНСЕКТАРИИ БЕЗ ПРЕССА ИНСЕКТИЦИДОВ

| Раса | СК ₅₀ , % | ПР | СК ₅₀ , % | ПР |
|--------------------|----------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | Фипронил | | Флураланер | |
| Калуга F3 | 0.0055 (0.0042– 0.0069) | 46 | 0.030 (0.023– 0.039) | 300 |
| Калуга F50 | 0.0009 (0.0007– 0.0012) | 7.5* | 0.015 (0.011– 0.020) | 150* |
| Красногорск F2 | 0.0090 (0.0064– 0.0126) | 75 | 0.210 (0.168– 0.262) | 2100 |
| Красногорск F52 | 0.0017 (0.0013– 0.0022) | 14* | 0.180 (0.138– 0.234) | 1800 |

РЕВЕРСИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ В ИНСЕКТАРИИ БЕЗ ПРЕССА ИНСЕКТИЦИДОВ

| Раса | СК ₅₀ , % | ПР | СК ₅₀ , % | ПР |
|--------------------|-------------------------|------------|----------------------|-------------|
| | Тиаметоксам | | Клотианидин | |
| Калуга F3 | 0.300 (0.190– 0.470) | 100 | 0.42 (0.32– 0.54) | 105 |
| Калуга F50 | 0.500 (0.385– 0.650) | 166 | 1.00 (0.74– 1.35) | 250* |
| Красногорск F2 | 1.00 (0.62– 1.61) | 333 | 1.00 (0.77– 1.31) | 263 |
| Красногорск F52 | 0.160 (0.123– 0.208) | 53* | 0.18 (0.14– 0.23) | 45* |

РЕВЕРСИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ В ИНСЕКТАРИИ БЕЗ ПРЕССА ИНСЕКТИЦИДОВ

| Раса | СК ₅₀ , % | ПР | СК ₅₀ , % | ПР |
|--------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| | Индоксакарб | | Хлорфенапир | |
| Калуга F3 | 0.0010 (0.0007– 0.0015) | 0.24 | 0.0013 (0.0009– 0.0018) | 0.33 |
| Калуга F50 | 0.0040 (0.0036– 0.0047) | 1.00* | 0.0100 (0.0080– 0.0125) | 2.50* |
| Красногорск F2 | 0.0060 (0.0040– 0.0090) | 1.46 | 0.0010 (0.0008– 0.0013) | 0.25 |
| Красногорск F52 | 0.0020 (0.0015– 0.0026) | 0.49* | 0.0064 (0.0049– 0.0083) | 1.60* |

Кишечное действие

| Инсектицид | ПР / Расы комнатных мух | | | |
|--------------------|-------------------------|------------|-------------|----------------|
| | Московская обл. | | | Калужская обл. |
| | КСК-1 | КСК-2 | Красногорск | Калуга |
| Фипронил | 7,7 | 6,3 | 77 | 23 |
| Тиаметоксам | 100 | 95 | 105 | 80 |
| Клотианидин | 92 | 90 | 98 | 80 |
| Индоксакарб | 0,1 | 0,1 | 1,4 | 0,2 |
| Хлорфенапир | 2,3 | 1,8 | 2,0 | 1,7 |

Скорость отмирания имаго комнатных мух двух резистентных рас в сравнении с чувствительной расой S-НИИД при действии отравленных приманок

| Инсектицид | Раса мух | Поражение комнатных мух | |
|--|-------------|-------------------------|-------------------|
| | | 50% через ... час | 95% через ... час |
| Оксадиазин Индоксакарб 0,6% | S-НИИД | 17 | 33 |
| | Красногорск | 14 | 23 |
| | Калуга | 22 | 32 |
| Неоникотиноид Динотефуран 2% | S-НИИД | 1,1 | 4,4 |
| | Красногорск | 0,7 | >48 |
| | Калуга | 0,5 | >48 |

ПОКАЗАТЕЛИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ПРИ КОНТАКТНОМ И КИШЕЧНОМ ДЕЙСТВИИ

| Инсектицид | Раса | ПР | | К _{конт/киш} |
|-------------|-------------|------------|----------|-----------------------|
| | | контактное | кишечное | |
| Фипро-нил | Красногорск | 75 | 35 | 2.1 |
| | Калуга | 46 | 15 | 3.1 |
| Клотиандин | Красногорск | 263 | 60 | 4.4 |
| | Калуга | 105 | 36 | 2.9 |
| Индоксакарб | Красногорск | 1.46 | 1.4 | 1.04 |
| | Калуга | 0.24 | 1.0 | 0.24 |
| Хлорфенапир | Красногорск | 0.25 | 1.3 | 0.19 |
| | Калуга | 0.33 | 1.3 | 0.25 |

Влияние альтернативного корма (АК) на инсектицидность приманок для комнатных мух резистентных рас

| Инсектицид | Раса мух | Показатели инсектицидности, ч | | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|------------|---------------|
| | | Без АК | | АК | |
| | | ЛТ50 | ЛТ95 | ЛТ50 | ЛТ95 |
| Метомил 1% | S-НИИД | 1.6 | 2.6 | 1.3 | 4.0 |
| | Красногорск | 4.6 | 30 | нд | нд |
| | Калуга | 10 | 33 | нд | нд |
| Тиаметоксам 10% | S-НИИД | 0.5 | 0.8 | 0.4 | 1.6 |
| | Красногорск | 3.5 | 6.0 | 3.3 | >48 |
| | Калуга | 2.0 | 9.0 | 3.2 | >48 |
| Имидаклоприд 10% | S-НИИД | 1.2 | 6.0 | 1.1 | 4.5 |
| | Красногорск | 5.0 | 45 | 3.5 | 48 |
| | Калуга | 3.1 | 48 | 3.3 | >48 |

- Во всем мире, в том числе и в России, накоплены данные о мультирезистентности комнатных мух практически ко всем традиционно применяемым инсектицидам
- Отбор устойчивых насекомых в популяциях идет сразу по всем направлениям:
 - нечувствительность места действия
 - изменение активности ферментов-детоксикантов пестицидов
 - изменение скорости выведения инсектицидов из клеток с помощью ABC-транспортеров.
 - изменения в покровах тела (усиление экспрессии метаболической устойчивости в покровах, повышение присутствия связывающих белков, липидов, усиление склеротизации, утолщение кутикулы)
 - сочетание некоторых или всех этих механизмов вместе
(цит. по Lilly et al., 2016, Balabanidou et al., 2016)

Невозможно добиться снижения уровня резистентности только путем прекращения применения конкретного инсектицида

Для эффективного управления численностью синантропных мух необходимо:

- **Строгое применение схем ротации инсектицидов для борьбы с имаго и личинками мух (<https://irac-online.org/modes-of-action/>, March 2022 Version 10.2).**
- **Использование альтернативных средств механического отлова - липкие ловушки, ловушки для отлова разных конструкций, световые ловушки с УФ-лампой, антимоскитные сетки**
- **Применение приманок для борьбы с окрыленными мухами**
- **Основные мероприятия - профилактические меры, предупреждающие возможность размножения мух в органической составляющей разных категорий отходов**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

